

MODELAGEM COMPUTACIONAL APLICADA COMO UMA TECNOLOGIA NO CURRÍCULO DE ENGENHARIA MECÂNICA

COMPUTATIONAL MODELING APPLIED AS A TECHNOLOGY IN THE CURRICULUM OF MECHANICAL ENGINEERING

Rodrigo Costa Batista ¹ 

Mateus das Neves Gomes ² 

Resumo: O avanço de novas tecnologias tem incentivado o debate sobre sua integração no processo de ensino e aprendizagem. A formação acadêmica dos cursos de engenharia visa à obtenção de profissionais capacitados para enfrentar os desafios inerentes do mercado de trabalho, aliada a este processo temos a modelagem computacional que atua como uma estratégia de grande importância, permitindo o aprimoramento da aprendizagem dos conceitos e do desenvolvimento de novos conhecimentos. Este artigo apresenta um referencial teórico sobre a tecnologia com enfoque na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), as conceptualizações da modelagem computacional e o processo de integração da tecnologia nos ambientes de ensino, orientando a análise do cenário dos cursos de Engenharia Mecânica de universidades públicas no que se refere à utilização da modelagem computacional na composição dos currículos. Os resultados indicam que a modelagem computacional vem sendo empregada na composição curricular dos cursos, embora apresente um percentual reduzido comparado à carga horária total. Comparando os desempenhos das universidades através dos resultados do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) 2017 percebe-se que ocorreram poucas divergências entre as universidades de ensino utilizadas no presente estudo. Como reflexão tem-se até que ponto as instituições deferem as diretrizes apresentadas pelo Ministério da Educação (MEC) no que diz respeito à infraestrutura e aos conteúdos curriculares dos cursos.

Palavras-chave: Tecnologias computacionais. Diretrizes curriculares. Ensino superior.

Abstract: The academic formation of the engineering courses aims at obtaining qualified professionals to face the inherent challenges of the labor market, combined with this process we have the computational modeling that acts as a strategy of great importance, allowing the improvement of the learning of concepts and development of new knowledge. This article presents a theoretical reference about technology with a focus on Science, Technology and Society (STS), the conceptualizations of computational modeling and the process of Integration of technology in teaching environments, orienting the analysis of the mechanical engineering

¹ Mestrando em Ciência, Tecnologia e Sociedade, Instituto Federal do Paraná – Paranaguá. rodrigo.cb@ifsp.edu.br.

² Professor Doutor, Instituto Federal do Paraná – Paranaguá, mateus.gomes@ifpr.edu.br.

results indicate that computational modeling has been used in the curricular components of the courses, although it presents a reduced percentage compared to the total workload. Comparing the performance of universities through the results of the National Assessment of Student Achievement (Enade) 2017 evaluation, it is noticed that there were few differences between the educational institutions used in the present study. As a reflection, we have to what extent the institutions defer the guidelines presented by the Ministry of Education (MEC) regarding the infrastructure and curricular contents of the courses.

Keywords: Computational technologies. Brazilian legislation, Higher education

1 INTRODUÇÃO

O uso de novas tecnologias de informação e comunicação no ensino tem apresentado um elevado interesse por partes das universidades nacionais e internacionais. De acordo com o Ministério da Educação (MEC) (2002) o desafio que se apresenta ao ensino de engenharia no Brasil é um cenário mundial que requer uso intensivo da ciência e tecnologia e exige profissionais altamente qualificados. A conceptualização da qualificação profissional vem sofrendo modificações, com a presença crescente de componentes associadas às capacidades de coordenar informações, interagir com pessoas e interpretar de maneira dinâmica a realidade.

O novo engenheiro deve ser capaz de propor soluções que sejam não apenas tecnicamente corretas, mas também ter a ambição de considerar os problemas em sua totalidade e em sua inserção numa cadeia de causas e efeitos de múltiplas dimensões. A não adequação a esse cenário, através da formação de profissionais com tal perfil, significa atraso no processo de desenvolvimento (MEC, 2002).

O objetivo dos cursos de engenharias está no preparo do discente para o mercado de trabalho, através de experiências adversas para enfrentar os desafios que a realidade irá impor. Dessa forma, o estudo da modelagem computacional atua como uma estratégia de suma importância, permitindo o aprimoramento da aprendizagem dos conceitos e do desenvolvimento de novos conhecimentos.

Moran (2004) cita que entre as principais reclamações por parte dos discentes nas universidades está o formato no qual são ministradas as disciplinas, isto evidencia a necessidade de mudanças que aliem a inserção da tecnologia no processo de ensino-aprendizagem.

Neste contexto o presente artigo tem como objetivo analisar o cenário de cursos de Engenharia Mecânica de universidades públicas no que se refere à abordagem da modelagem computacional na composição dos currículos. A estruturação do artigo encontra-se organizada da seguinte maneira: inicialmente é apresentado um breve histórico da evolução da tecnologia,

seguido das concepções da tecnologia com enfoque na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Posteriormente são apresentadas as conceptualizações da modelagem computacional, seguida da explanação do processo de integralização da tecnologia em ambientes de ensino. Por fim, é apresentado um estudo das componentes curriculares ligadas à modelagem computacional nos cursos de Engenharia Mecânica de universidades públicas com posterior conclusão do estudo realizado.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Tecnologia

Preliminarmente ao século XVII as ferramentas eram utilizadas com o objetivo de solucionar problemas típicos do cotidiano, após a inserção de ferramentas na ciência do século XVII, houve uma ampliação do entendimento da relação física do homem com os utensílios gerando uma conexão de interdependência, com enfoque no desenvolvimento de instrumentos, os quais passaram a atuar diretamente no mundo social e simbólico (OGIBOSKI, 2012).

De acordo com Ogiboski (2012) após o século XVIII com a invenção da máquina a vapor a tecnologia começou a se destacar, em função da junção técnica-ciência, possibilitando a Evolução Industrial e trazendo novos entendimentos para as relações de trabalho e organização social. Na segunda metade do século XX a tecnologia conseguiu se instituir frente à força da natureza, tornando o saber tecnológico hegemônico.

Para Osório (2002) a tecnologia pode ser descrita sob as abordagens instrumental, cognitiva e sistêmica. Na abordagem instrumental entende-se a tecnologia como uma ferramenta, na cognitiva a tecnologia é vista como um produto da aplicação da ciência e na sistêmica a tecnologia é compreendida como

um conjunto de ações propositalmente direcionadas à transformação de objetos visando à obtenção de um resultado valioso.

Feenberg (2003) destaca a existência de uma distinção muito clara entre ciência e tecnologia, onde apesar de ambas partirem do mesmo tipo de

pensamento racional, baseado na observação empírica e conhecimento de causalidade natural, diferenciam-se na sua finalidade.

Os debates que englobam as relações da ciência e da tecnologia com a sociedade não são incipientes e diversos trabalhos (LINSINGEN, 2007; BOCHECO, 2011 e STRIEDER, 2012) apresentam sob diferentes ênfases, a concepção das reflexões sobre as relações CTS.

De acordo com Feenberg (2002) a tecnologia pode ser compreendida como um artefato cultural, estando dessa forma suscetível às influências históricas, culturais e políticas. O entendimento da tecnologia pode ser dividido entre a relação homem-tecnologia, através da análise da relação de dependência ou não entre o homem e os artefatos/processos tecnológicos, e a relação valor-tecnologia, onde é abordada a neutralidade (ou não neutralidade) pertencente aos artefatos/processos.

Para Feenberg (2003) a tecnologia pode ser definida sob as perspectivas do instrumentalismo, do substantivismo, do determinismo e da teoria crítica. No instrumentalismo atua a visão tradicional de tecnologia, considerada de caráter neutro, porém subjugada aos desejos humanos; sendo um instrumento de controle, positivo e útil para o progresso da sociedade.

Na visão substantivista a tecnologia possui valores característicos, não podendo ser utilizada para finalidades diversas desses, sendo considerada um mecanismo com ascensão à dominação, tendo em vista que o homem é excluído do processo de determinação de valores sociais e do desenvolvimento tecnológico (FEENBERG, 2003).

No entendimento determinista a tecnologia pode ser utilizada para qualquer fim, entretanto não pode ser controlada pelo homem, sendo assim, não há a possibilidade de adaptá-la aos benefícios humanos cabendo ao homem adaptar-se aos seus desígnios. Já sob a ótica da teoria crítica a tecnologia é vista como uma estrutura para um estilo de vida, sendo constituída de valores e podendo ser controlada.

Os universos sociais e tecnológicos estão intimamente relacionados, embora haja a consciência da existência de uma fronteira entre eles (FEENBERG, 2003).

Para Dagnino (2008, p. 22)

Ao entender a tecnologia não como dependente da ciência representada com um conjunto de artefatos, mas como produto de uma unidade complexa, em que participam os materiais, os artefatos e a energia, assim como agentes que a transformam, esse Enfoque [sistêmico] considera que o fator fundamental do desenvolvimento tecnológico seria a inovação social e cultural, a qual envolve não somente as usuais referências ao mercado, como os aspectos organizativos, mas os valores e a cultura. (DAGNINO, 2008, p. 22).

A consideração da tecnologia como sistema é mais aceitável, pois permite a participação da sociedade nas decisões sobre Ciência e Tecnologia (CT), por compreender a tecnologia como produto de distintos grupos sociais. As perspectivas que consideram a tecnologia como ferramenta e/ou produto da aplicação da ciência estariam consolidadas por uma concepção de CT neutra e determinista (DAGNINO, 2008).

Inspirado nas colocações de Andrew Feenberg, Dagnino (2008) classifica os conceitos sobre as relações ciência, tecnologia e sociedade em: tese forte da não-neutralidade, onde a CT, devido à sua funcionalidade, impede a mudança social; tese fraca da não-neutralidade, onde CT é definida socialmente; neutralidade da CT, onde CT não influencia a sociedade e, determinismo tecnológico, onde CT determina o desenvolvimento econômico e social.

Para Dagnino (2008) estas quatro classificações podem ser divididas em dois grupos em função da forma de abordagem das relações CTS, ou seja, com foco na sociedade ou na CT.

As teses fraca e forte da não-neutralidade, enquadram-se no grupo com foco na sociedade, de acordo com o qual CT são determinadas socialmente e tendem a reproduzir as relações sociais preexistentes, podendo até inibir as transformações sociais. Já as teses da neutralidade da CT e o determinismo tecnológico, pertencem ao grupo com enfoque na CT, ou seja, ao grupo que “avança contínua e inexoravelmente, seguindo um caminho próprio, podendo ou não influenciar a sociedade de alguma maneira” (DAGNINO, 2008).

Dessa forma, como também destaca (STRIEDER, 2012) percebe-se que ainda não existe um consenso sobre a “natureza” da tecnologia, em função das diferentes compreensões para essa questão, as quais enfatizam discussões sobre a mesma enquanto: estudo da técnica; relacionada à ciência; artefato; instrumento; organização de ações; sistema de relações e sistema sociotécnico.

2.2 Modelagem Computacional

Como modelagem computacional entende-se a área que trata da simulação de soluções para problemas científicos, analisando os fenômenos, desenvolvendo modelos matemáticos para sua descrição, e elaborando códigos computacionais para obtenção daquela solução. Em contrapartida a simulação consiste no emprego de técnicas matemáticas em computadores com o propósito de imitar um processo ou operação do mundo real. Sendo assim, para ser realizada uma simulação, é necessário construir um modelo computacional que corresponde à situação real que se deseja simular (FREITAS FILHO, 2008).

A modelagem computacional aplicada ao ensino é desenvolvida em atividades expressivas, caracterizadas pelo processo de construção do modelo desde sua estrutura matemática até a análise dos resultados gerados por ele. As simulações computacionais com finalidades pedagógicas auxiliam as atividades exploratórias caracterizadas pela observação, análise e interação do sujeito com modelos já construídos (VEIT, 2005).

Alves (2001) apresenta o histórico dos principais paradigmas computacionais de modelagem do conhecimento do século XX, pelos quais as disciplinas que possuem a modelagem computacional como composições da ementa dos

cursos de engenharia passaram. Inicialmente, por volta dos anos 60 e 70, o ensino era orientado ao paradigma sequencial, com foco na implementação das operações como o objetivo de programação. Em termos de

projeto de engenharia o paradigma Sequencial atendia as questões técnicas dos projetos, que no período possuíam reduzida complexidade.

Entre os anos 70 e 80, como resultado de uma evolução natural, houve uma migração para o paradigma Estruturado. Com a elevação da complexidade dos sistemas houve a necessidade de um tipo de organização que ressalta-se uma determinada hierarquia, entre as categorias do conhecimento, dessa forma esta organização era obtida através da programação modular e as linguagens de programação passaram a incorporar seus pressupostos (ALVES, 2001).

Alves (2001) cita que após os anos 90 até os dias atuais, surgiu o paradigma da Orientação a Objetos, com foco nos itens de projeto, precedendo os aspectos de programação. Ainda orientado à programação modular, o novo paradigma através da modularização valoriza a hierarquia vertical entre as categorias de conhecimento modeladas, e permite sobrepor novos aspectos ao processo (estáticos ou dinâmicos), aumentando a potencialidade dos sistemas através destes novos recursos de modelagem.

De acordo com o Educational Technology Center (1988) uma das principais características da modelagem computacional é a possibilidade de construir múltiplas representações de uma mesma situação. Sendo assim, compreender um modelo e o respectivo fenômeno possibilita a construção de múltiplas representações e a navegação entre uma e outra.

2.3 Integração da tecnologia em ambientes de ensino

Segundo Rampinelli (2003) a integralização da tecnologia da informação e comunicação ao contexto educacional pode ser realizada através da modelagem computacional.

A utilização da simulação como ferramenta da aprendizagem, contribuí de forma a permitir que o discente construa sua prática, associando-a a teoria para produzir resultados. Isso é possível, pois a simulação permite representar as condições da realidade prática, investigando através do simulador, as ações que ocorrem na realidade, interagindo e modificando parâmetros do sistema

que levarão a diferentes situações e resultados para atender os requisitos desejados (KHALIL, 2012).

Sampaio (2009) complementa que a utilização da modelagem computacional nos currículos dos cursos de engenharia permite a construção de um modelo e a observação de seu comportamento pela simulação de seu funcionamento, favorecendo uma aprendizagem construtivista e colaborativa, como também, o desenvolvimento do raciocínio lógico hipotético-dedutivo.

Dessa forma, conforme destacado por Pedro e Sampaio (2005), estas características possibilitam aos discentes à obtenção de habilidades como levantar hipóteses, aceitar ou refutar argumentos, compreender processos naturais e fazer avaliações qualitativas e quantitativas.

Para Pimenta e Ghedin (2002) o uso da simulação como ferramenta pedagógica é bastante positiva, pois o ensino superior é baseado na transmissão de conhecimentos com reduzidas aulas práticas, provocando um desestímulo nos discentes, os quais pertencem a uma geração habituada ao uso de ferramentas computacionais.

Silva et al. (2016), complementam que é necessário propor aos discentes, situações que envolvam problemas presentes na realidade, possibilitando, através da modelagem computacional, tornar os conceitos matemáticos abordados nas universidades uma ciência não isolada e com sentido real.

Khalil (2012) destaca que a tecnologia com o uso de softwares pode contribuir para o envolvimento dos alunos dos cursos do ensino superior, de forma dinâmica e interativa, entretanto, ainda não se tem com clareza a forma de construir e utilizar o software para esses fins, de modo mais abrangente. Dessa forma, o aluno deverá ter uma base de fundamentos teóricos do assunto a ser simulado, antes de utilizar o software, para que ele tenha um maior envolvimento com o assunto estudado, objetivando seu aprendizado.

Oliveira (2015) cita que o diferencial das instituições de ensino que utilizam a modelagem computacional em suas atividades acadêmicas está, em primeiro lugar, no fato destas atividades contraporem os conhecimentos prévios que os estudantes têm sobre determinados fenômenos.

Estes conhecimentos prévios, denominados de modelos mentais, os quais as pessoas apresentam sobre os fenômenos naturais e sociais em geral, são em sua maioria incompletos e as habilidades das pessoas em dinamizar seus modelos são extremamente limitadas. Já a modelagem computacional permite analisar um modelo de uma forma completa, através de um todo dinâmico ao invés de fragmentos estáticos e também possibilita dinamizar os modelos para se observar a evolução dinâmica do fenômeno ou sistema estudado (OLIVEIRA, 2015).

Em segundo lugar, de acordo com Oliveira (2015) temos o fato de que computadores são rápidos, dessa forma o ajuste feito entre o modelo computacional e o modelo mental inicialmente concebido pelo estudante, pode estimular no educando uma possível sistematização a partir de uma rápida simulação computacional. Forrester (1994) complementa que através da modelagem computacional, podem surgir novos “insights” sobre comportamentos que dão um novo significado para os modelos mentais.

Sendo assim, observa-se a importância da modelagem computacional na complementação dos modelos mentais, os quais embora constituam a base para tomada de decisões, podem tornar-se mais confiáveis e relevantes a partir da interação com os modelos computacionais.

Portanto conclui-se, conforme destaca Oliveira (2015) que a modelagem computacional associada a uma metodologia didática adequada, pode ter a potencialidade de inovação para as práticas pedagógicas dentro dos ambientes de ensino; e no contexto tecnológico, no qual os discentes estão imersos, pode-se vislumbrar um possível caminho para se inovar nas práticas de ensino e aprendizagem.

2.4 Estudo curricular dos cursos de engenharia mecânica

O estudo curricular dos cursos de Engenharia Mecânica foi realizado através do levantamento preliminar das disciplinas que compõem os cursos das principais universidades públicas do país e envolvem modelagem computacional.

Foram selecionadas as seguintes universidades: Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Universidade Estadual do Rio de Janeiro – UERJ, Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Universidade Federal do Rio Grande do Sul – FURG e Universidade de São Paulo – USP. A Tabela 1 apresenta a relação das disciplinas, o período correspondente na grade horária e sua respectiva carga horária.

Tabela 1 – Distribuição por períodos de disciplinas que envolvem modelagem computacional dos cursos de Engenharia Mecânica

(continua)

Período	Instituição de Ensino	Disciplina	Carga Horária (h)
1º Período	UERJ	Introdução à Programação	75
	UFRJ	Computação I	60
	UFSCAR	Computação Científica I	60
	UNESP	Programação de Computadores I	90
	USP	Introdução à Programação para Engenharias	120
2º Período	UERJ	Cálculo Numérico	60
	UERJ	Desenho Técnico II	45
	UFMG	Métodos Numéricos Aplicados a Engenharia Mecânica	60
	UFPR	Desenho Mecânico II	45
	UFPR	Linguagem de Programação I	45
	UFRJ	Computação II	60
	UFSC	Computação Científica I	54
	UFSC	Desenho e Modelagem Geométrica	108
	UFSCAR	Computação Científica II	60
	UNESP	Programação de Computadores II	90
UNESP	Desenho Técnico Mecânico	90	
USP	Desenho Mecânico II	60	

Tabela 2 – Distribuição por períodos de disciplinas que envolvem modelagem computacional dos cursos de Engenharia Mecânica

(continua)

Período	Instituição de Ensino	Disciplina	Carga Horária (h)
3° Período	UERJ	Modelagem Computacional	60
	UFPR	Linguagem de Programação II	45
	UFRJ	Cálculo Numérico	60
	UFSC	Cálculo Numérico em Computadores	72
		Computação Científica II	72
	UNESP	Cálculo Numérico	45
		Pesquisa Operacional	45
	USP	Cálculo Numérico	60
4° Período	FURG	Algoritmo e Programação de Computadores I	60
	UFPR	Cálculo Numérico	60
	UFRJ	Desenho Computacional	45
	UFSCAR	Cálculo Numérico	60
5° Período	UERJ	Métodos Numéricos para equações diferenciais	75
	FURG	Cálculo Numérico Computacional	60
		Desenho auxiliado por computador	45
	UFPR	Comando Numérico	45
	UFRJ	Métodos Matemáticos	60
6° Período	UFMG	Fundamentos da Teoria de Sistemas de Controle	45
7° Período	UERJ	Modelagem e Controle de Sistemas	75
	FURG	Fundamentos de sistemas de controle	60
		Programação e Controle de Produção	60
	UFMG	Automação Aplicada a Engenharia Mecânica	45
	UFPR	Dinâmica e Controle de Sistemas	60
		Dinâmica dos Fluidos Computacional	30
	UFSC	Tecnologia e Desenvolvimento	54
	UFSCAR	Métodos Numéricos em Engenharia	60
USP	Manufatura Assistida por Computador	60	

Tabela 3 – Distribuição por períodos de disciplinas que envolvem modelagem computacional dos cursos de Engenharia Mecânica

(conclusão)

Período	Instituição de Ensino	Disciplina	Carga Horária (h)
7º Período	USP	Elementos de Automação	60
	UFMG	Projetos Mecânicos Industriais	30
		Laboratório de Automação e Controle	30
8º Período	UFPR	Introdução ao Método dos Elementos Finitos	60
	UFSCAR	Tópicos em Banco de Dados e Engenharia de Software	60
	USP	Modelagem e Simulação de Sistemas Térmicos	45
	UFMG	Projeto de sistemas de Controle	60
9º Período	UFPR	Princípios de Mecatrônica	60
	UFSCAR	Manufatura Assistida por Computador	30
10º Período	USP	Projeto Assistido por Computador	45

Fonte: Os autores, 2019.

De acordo com o referencial de curso de Engenharia Mecânica apresentado pelo MEC (2010), os cursos devem apresentar carga horária mínima de 3600 horas, visando à formação profissional generalista, que atua em estudos e em projetos de sistemas mecânicos e térmicos, de estruturas e elementos de máquinas, desde sua concepção, análise e seleção de materiais, até sua fabricação, controle e manutenção, de acordo com as normas técnicas previamente estabelecidas, possibilitando também participar na coordenação, fiscalização e execução de instalações mecânicas, termodinâmicas e eletromecânicas.

Além disso, coordenada e/ou integra grupos de trabalho na solução de problemas de engenharia, englobando aspectos técnicos, econômicos, políticos, sociais, éticos, ambientais e de segurança. Coordena e supervisiona equipes de trabalho, realiza estudos de viabilidade técnico-econômica, executa e fiscaliza obras e serviços técnicos e efetua vistorias, perícias e avaliações, emitindo laudos e pareceres técnicos. Em suas atividades, considera aspectos referentes à ética, à segurança e aos impactos ambientais (MEC, 2010). A

Tabela 2 apresenta a carga horária dos cursos de Engenharia Mecânica das instituições de ensino estudadas.

Tabela 4 – Carga Horária dos Cursos de Engenharia Mecânica por Instituição de Ensino

Instituição de Ensino	Carga Horária Total (h)
UERJ	3690
FURG	4235
UFMG	3660
UFPR	3825
UFRJ	4075
UFSC	4446
UNESP	4365
USP	4170

Fonte: Os autores, 2019.

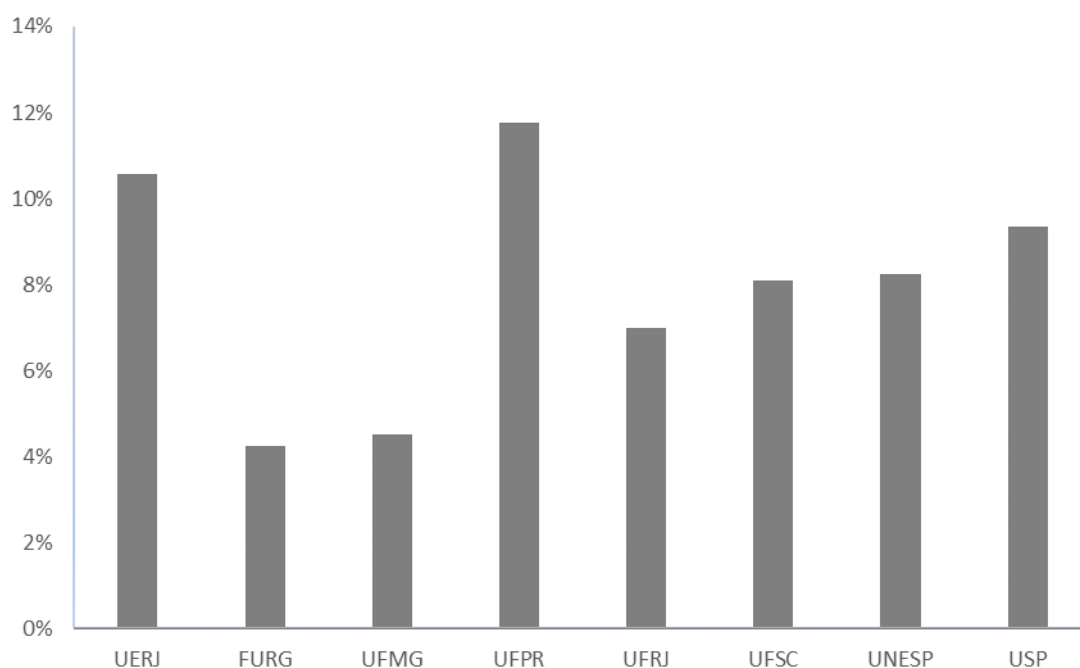
Durante a formação do engenheiro mecânico diversos temas devem ser abordados, os quais são compostos por eletricidade aplicada; mecânica dos sólidos; mecânica dos fluidos; projetos mecânicos; manutenção mecânica; ciência dos materiais; metrologia; sistemas térmicos e termodinâmicos; ensaios mecânicos; transferência de calor; máquinas de fluxo; processos de fabricação; tecnologia mecânica; vibrações e acústica; hidráulica e pneumática; gestão da produção; matemática; física; química; ética e meio ambiente; ergonomia e segurança do trabalho; relações ciência, tecnologia e sociedade (MEC, 2010).

De acordo o MEC (2010) é recomendado como infraestrutura para os cursos os seguintes laboratórios: Física, Química, Metrologia, Hidráulica e Pneumática, Processos de Fabricação (Usinagem, Soldagem e Conformação), Ensaio Mecânicos, Metalografia, Eletrotécnica, Tratamento Térmico, CAD, Máquinas Térmicas, Vibrações, Máquinas de Fluxo e Informática com programas especializados.

Destaca-se para este trabalho a recomendação da existência de laboratórios de informática com programas especializados, pois através destes

é que são realizados os processos de modelagem e simulações computacionais. O Gráfico 1 destaca o percentual relativo às horas disponibilizadas pelas instituições de ensino para que o graduando desenvolva os conceitos fundamentais relacionados a modelagem computacional.

Gráfico 1 – Percentagem horária disponibilizada nas grades dos cursos de Engenharia Mecânica referentes às disciplinas que envolvem modelagem computacional



Fonte: Os autores, 2019.

Outra forma de avaliar os cursos de Engenharia Mecânica é através da análise dos resultados alcançados no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade), o qual é composto por 40 questões dividida em duas partes:

Formação Geral (FG) – afere aspectos da formação profissional relativas à atuação ética, competente e comprometida com a sociedade em que vive; corresponde a 25% da nota no Enade; tem oito questões de múltipla escolha e duas discursivas.

Componente Específico (CE) – refere à parte de conhecimento específico, é delimitada por diretriz de prova e estruturada a partir de uma

matriz que envolve competências, habilidades e objeto de conhecimento; corresponde a 75% da nota no Enade; tem 27 questões de múltipla escolha de três discursivas. A tabela 3 apresenta os resultados do Enade (2017) dos cursos de Engenharia Mecânica utilizados como referencial no presente artigo.

Tabela 5 - Resultados no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE 2017) referentes aos cursos de Engenharia Mecânica.

Sigla da IES	Nota Bruta FG	Nota Padronizada FG	Nota Bruta - CE	Nota Padronizada CE	Conceito Enade
UERJ	62,4699	3,2027	42,5462	2,3836	3
UFSCAR	70,8553	4,3020	56,0787	4,0938	5
FURG	64,0000	3,4033	53,0706	3,7136	4
UNESP	63,7946	3,3763	51,4728	3,5117	4
UFPR	68,8917	4,0445	52,1185	3,5933	4
UFMG	68,1144	3,9426	55,7456	4,0517	5
UFSC	69,2820	4,0957	56,2169	4,1112	5
UFRJ	63,7592	3,3717	50,4580	3,3835	4

Fonte: INEP (2017).

3 CONCLUSÕES

Neste trabalho apresentamos uma discussão que nos parece necessária diante dos novos desafios que se apresentam acerca do uso da modelagem computacional nos cursos de graduação em Engenharia Mecânica.

Observou-se que em média os cursos das instituições analisadas apresentam carga horária de 4100 horas, sendo que apenas 8% desta carga horária correspondem às disciplinas relacionadas à modelagem computacional, sendo as mesmas concentradas em grande parte nos segundos, terceiros e sétimos períodos dos cursos.

A recomendação indicada pelo MEC referente à carga horária mínima para os cursos de Engenharia Mecânica foram atendidas superando em média 14% o mínimo estabelecido.

Os resultados alcançados no Enade pelas instituições consideradas no estudo não divergiram significativamente, instituições com maior carga horária envolvendo modelagem não tiveram necessariamente notas superiores a instituições com menor carga horária, isso pode ser reflexo da falta de investimentos em laboratórios adequados e cortes de investimentos para a rede pública de ensino superior.

Dessa forma constata-se que se o profissional dever ser apto à aplicar a ciência e a tecnologia, ou seja, adaptar os conhecimentos científicos e tecnológicos às necessidades humanas, em seu período de ensino no curso de engenharia, deve ser proporcionado a ele a possibilidade de se deparar e manipular as principais tecnologias básicas em condições próximas, simuladas ao mundo real, condizente com os desafios inerentes do mercado profissional.

REFERÊNCIAS

ALVES, J.B. da M. **Ciências da Computação nos Cursos de Engenharia - uma Proposta Pedagógica Inovadora**. Anais do Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE 2001, Porto Alegre, 2001.

BOCHECO, O. **Parâmetros para a abordagem de evento no enfoque CTS**. Dissertação de mestrado em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

DAGNINO, R. **As trajetórias dos estudos sobre ciência-tecnologiasociedade e da política científica e tecnológica na Ibero-América**. Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.1, n.2, 3-36, jul.de 2008.

EDUCATIONAL TECHNOLOGY CENTER. **Making sense of the future**. Cambridge: Harvard Graduate Shool Education, 1988.

FEENBERG, A. **Transforming technology: a critical theory revisited**. New York, 2002.

FEENBERG, A. **What is philosophy of technology?** Lecture for the Komaba undergraduates, 2003.

FORRESTER, J. W. **Learning Through System Dynamics as Preparation for the 21st Century**. In: Systems Thinking and Dynamic Modelling Conference for K-12 Education, June, 27-29, 1994, at Concord Academy, Concord MA, USA.

FREITAS FILHO, P. J. de. **Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas: com Aplicações em Arena**. 2. ed. Florianópolis: Visual Books Ltda., 2008. 372p.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Disponível em: <http://portal.inep.gov.br/artigo/-/asset_publisher/B4AQV9zFY7Bv/content/mece-inep-divulgam-resultados-do-enade-2017-e-indicadores-de-qualidade-daeducacao-superior/21206>. Acesso em: 27 jan 2019.

KHALIL, R.F. **O Uso da Tecnologia de Simulação na Prática Docente do Ensino Superior**. In: Anais do XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino, Campinas, SP, 2012.

LINSINGEN, I. **Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina**. Ciência & Ensino, v. 1, p. 01-16, 2007.

MEC – Ministério da Educação. 2010. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/referenciais.pdf>>. Acesso em: 27 jan 2019.

MEC – Ministério da Educação. **Parecer CNE/CES 1.362/2001, 2002.** Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>>. Acesso em: 26 jan 2019.

MORAN, J.M. **Os novos espaços de atuação do professor com as tecnologias.** In: Anais do 12º Endipe – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino, in ROMANOWSKI, Joana Paulin et al (Orgs). Conhecimento local e conhecimento universal: Diversidade, mídias e tecnologias na educação. vol 2, Curitiba, Champagnat, 2004.

OGIBOSKI, V. **Reflexões sobre a tecnociência: uma análise crítica da sociedade tecnologicamente potencializada.** Dissertação de mestrado em Ciência, Tecnologia e Sociedade - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

OLIVEIRA, R. R. **A utilização da modelagem computacional no processo de ensino e aprendizagem de tópicos de física através da metodologia de módulos educacionais: uma investigação no ensino médio.** Tese de doutorado em Educação - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

OSORIO, C. **Enfoques sobre la tecnologia.** Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y innovación. n. 2, Enero – Abril, 2002.

PEDRO, M. V.; SAMPAIO, F. F. **PCN's e modelagem computacional: reflexões a partir de relatos de experimentos com o software WLinkIt.** In: WIE-2005. WORKSHOP SOBRE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 11., 2005. São Leopoldo, Anais ... Porto Alegre: SBC, 2005.

PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E. **Professor reflexivo no Brasil. Gênese e crítica de um conceito.** São Paulo: Cortez, 2002.

RAMPINELLI, M.; OLIVEIRA, M.; FERRACIOLI, L. **Proposta de Desenvolvimento de Modelos Computacionais e Estratégias Para sua Integração em Disciplinas dos Cursos de Graduação**. In: IV Seminário sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino-Aprendizagem, 2003, Vitória. Anais do IV Seminário sobre Representações e Modelagem no Processo de Ensino-Aprendizagem. Vitória: Gráfica e Editora Mabor, p. 247-252, 2003.

SAMPAIO, F. F. **A modelagem dinâmica computacional no processo de ensino aprendizagem: algumas questões para reflexão**. Ciência em Tela, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 1-11, 2009.

SILVA, S. S.; BARONE, D. A. C.; BASSO, M. V. A. **Modelagem matemática e tecnologias digitais: uma aprendizagem baseada na ação**. Educação Matemática Pesquisa, v. 18, n. 1, p. 421-446, 2016.

STRIEDER, R. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas. 2012**. Tese de doutorado em Ensino de Ciências – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. **Modelagem computacional no ensino de física**. In: ENCONTRO DE FÍSICOS DO NORTE E NORDESTE, 23., 2005, Maceió. Atas... São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, p.1-13, 2005.

Edição especial – I Encontro Nacional Interdisciplinar em Ciência, Tecnologia e Sociedade (ENICTS 2019)

Enviado em: 19 abr. 2020

Aceito em: 17 mai. 2020